

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної
механіки

03-05-68М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Опір матеріалів (спецкурс)»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(Промислове та цивільне будівництво)
всіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННІБА
Протокол № 7 від 27.04.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Опір матеріалів (спеціальний курс)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (Промислове та цивільне будівництво) всіх форм навчання / Подворний А. В., Тинчук С. О., Гуртовий О. Г. – Рівне : НУВГП, 2021. – 13 с.

Укладачі: Подворний А. В., к.т.н., доцент кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки;
Тинчук С. О., к.т.н., доцент кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки;
Гуртовий О.Г., к.т.н., доцент кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Відповідальний за випуск: Трач В. М., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Караван В. В.

© Подворний А. В., Тинчук С. О.,
Гуртовий О. Г., 2021
© НУВГП, 2021

З М І С Т

Вступ	4
Задача № 1 „Визначення секторальних характеристик тонкостінних стрижнів незамкненого профілю“	5
Задача № 2 „Знаходження внутрішніх зусиль в поперечних перерізах тонкостінних стрижнів незамкненого профілю“.....	7
Задача № 3 „Перевірка міцності балок у випадку поперечного удару“	9
Задача № 4 „Перевірка міцності балок при дії вимушених коливань“	11
Література.....	13

ВСТУП

У методичних вказівках наведено завдання для самостійних та практичних робіт, для виконання студентами спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (Промислове та цивільне будівництво).

Студенти виконують задачі відповідно до індивідуального варіанту. Для здобувачів освіти денної форми навчання, індивідуальний шифр надається викладачем, а студенти заочної форми навчання для шифру беруть три останні цифри номера залікової книжки.

У випадку, якщо студент отримав шифр 641, то вихідні дані до завдань обираються із приведених таблиць так. Під трьома цифрами шифру розміщуються три перші літери української абетки, тоді у нашому випадку шифр матиме вигляд:

6	4	1
а	б	в

Стовбці з величинами параметрів умов задачі зашифровані літерами (останній рядок кожної таблиці), а рядки – цифрами за якими і вибираються необхідні значення величин по індивідуальному варіанту.

Самостійні роботи потрібно виконувати на стандартних листах формату А4, текст пояснень повинен бути розбірливим, а схеми до задач виконані згідно вимог ДСТУ-Б-А.2.4-7-95.

Розмірності усіх величин у розрахунках повинні бути відповідними з одиницями виміру міжнародної системи *SI*.

У випадку якщо завдання виконане не за індивідуальним варіантом, або оформленого неохайно чи нерозбірливо, то таке завдання повертається студенту на виправлення.

Строки здачі кожної окремої роботи визначаються викладачем і доводяться до відома студентів.

Задача № 1

«ВИЗНАЧЕННЯ СЕКТОРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКОСТІННИХ СТРИЖНІВ НЕЗАМКНЕНОГО ПРОФІЛЮ»

Для вибраного згідно рис.1.1 поперечного перерізу тонкостінного стрижня відкритого профілю (табл. 1.1) потрібно:

а) побудувати епюру секторальних координат від допоміжного полюса B та початкової точки відліку M ;

б) обчислити координати та показати положення центра згину A_0 ;

в) обчислити координати та показати положення головної секторальної точки M_0 ;

г) відносно головного полюса A_0 та головної секторальної точки M_0 нарисувати епюру головних секторальних координат;

д) згідно епюри головних секторальних координат обчислити секторальний момент інерції.

Товщини елементів перерізу вибираються з умов: для вертикальної складової $\delta=0,1a$; для горизонтальної $\delta=0,1b$.

Таблиця 1.1

Дані до розв'язку задачі №1

№ рядка	№ розрахункової схеми	a , см	b , см	c/a	d/b
1	1	10	8	1	0,1
2	2	12	10	0,9	0,2
3	3	14	12	0,8	0,3
4	4	16	14	0,7	0,4
5	5	18	16	0,6	0,5
6	6	20	18	0,5	0,6
7	7	19	17	0,4	0,7
8	8	17	15	0,3	0,8
9	9	15	13	0,2	0,9
0	0	13	11	0,1	1
	e	b	b	e	e

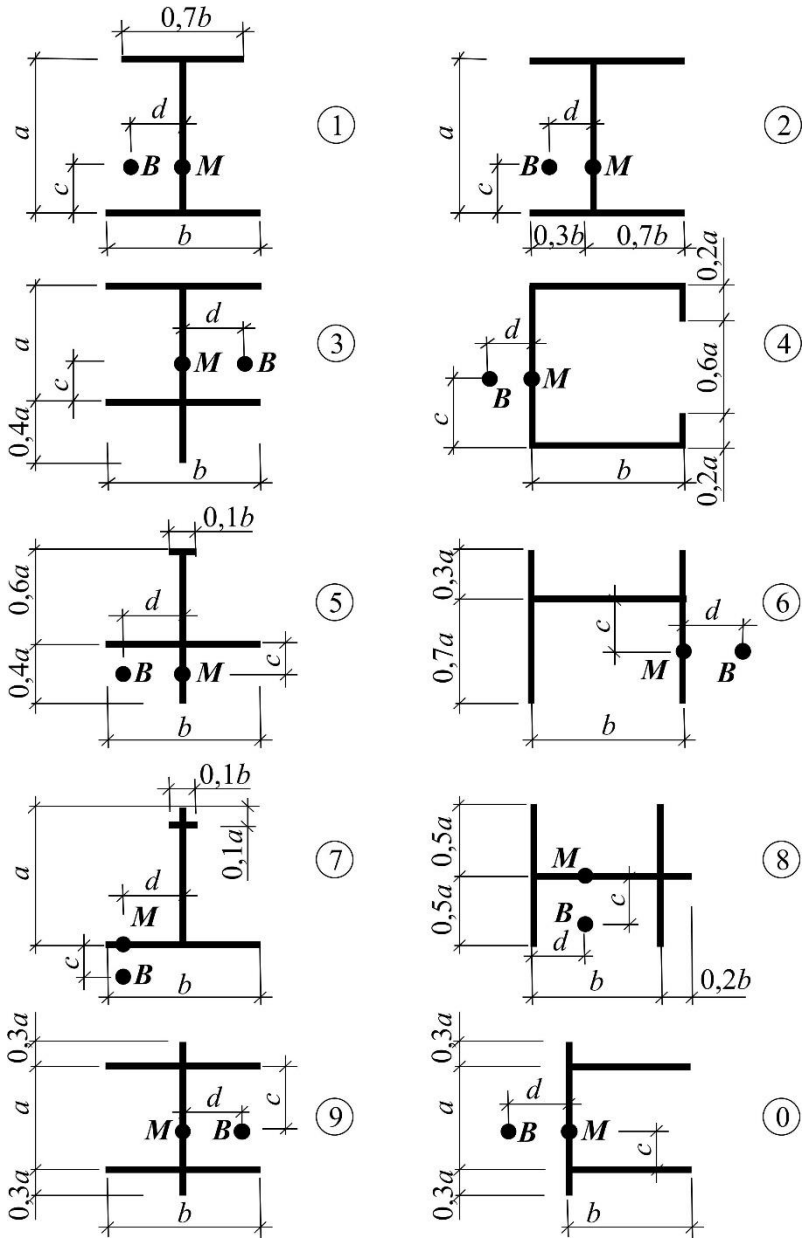


Рис.1.1. Поперечні перерізи стрижнів задач №1 та №2

Задача № 2

«ЗНАХОДЖЕННЯ ВНУТРІШНІХ ЗУСИЛЬ В ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗАХ ТОНКОСТІННИХ СТРИЖНІВ НЕЗАМКНЕНОГО ПРОФІЛЮ»

Для тонкостінного стрижня відкритого профілю (рис.2.1) та поперечного перерізу (рис.1.1) із розмірами та навантаженнями (табл. 1.1, 2.1) потрібно побудувати:

- а) епюру поперечних зусиль;
- б) епюру згинних моментів у випадку чистого згину;
- в) епюру згиново-закрутового бімоменту;
- г) епюру згиново-закрутового моменту;
- д) епюру моментів від чистого кручення;
- е) епюри зміни нормальних напружень від згинних та згиново-закрутових бімоментів для небезпечних перерізів тонкостінних стрижнів;
- ж) сумарні епюри зміни нормальних напружень небезпечних перерізах тонкостінних стрижнів;

Таблиця 2.1

Дані до розв'язку задачі №2

№ рядка	№ розрахункової схеми	l , м	e , м	M , кНм	F , кН	q , кН/м
1	1	1,1	0,30	5	5	10
2	2	1,2	0,35	10	10	20
3	3	1,3	0,40	15	15	30
4	4	1,4	0,45	20	20	40
5	5	1,5	0,50	25	25	50
6	6	1,6	0,10	30	30	60
7	1	1,7	0,15	35	35	55
8	2	1,8	0,20	40	40	45
9	3	1,9	0,25	45	45	35
0	4	2,0	0,30	50	50	25
	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

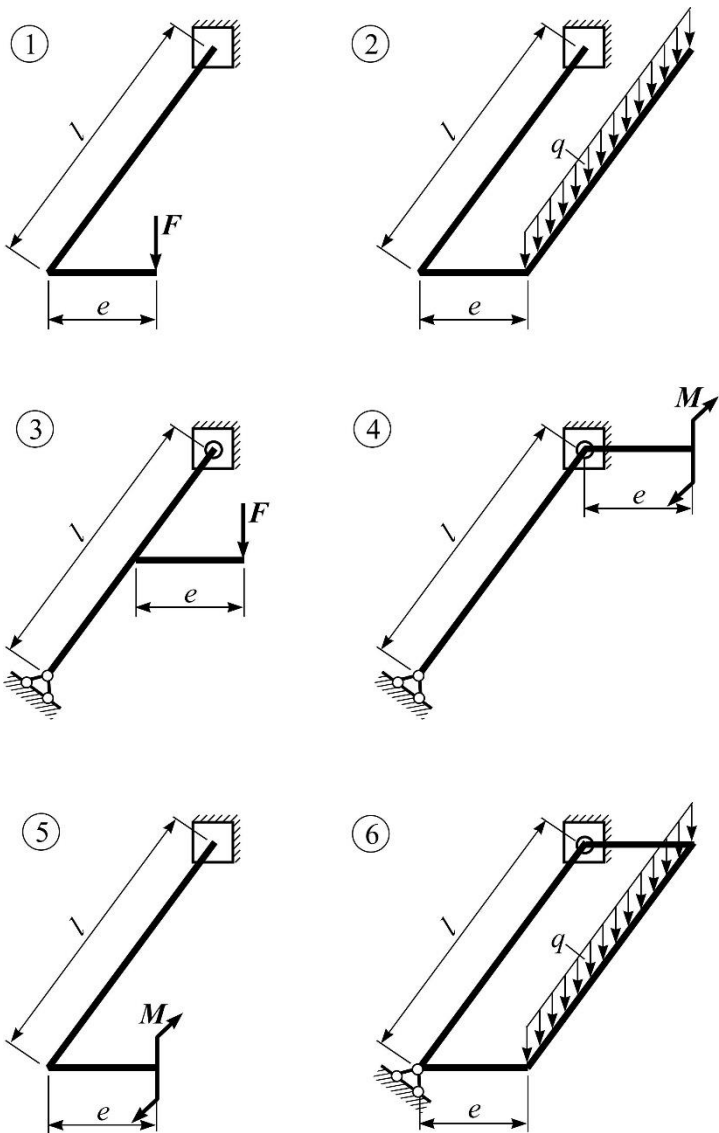


Рис. 2.1. Схеми тонкостінних стрижнів до задачі №2

з) епюри зміни дотичних напружень від поперечних сил, згиново-закрутових моментів та моментів чистого кручення для небезпечних перерізів стрижнів;

і) сумарні епюри зміни дотичних напружень для небезпечних перерізів стрижнів.

Задача № 3

«ПЕРЕВІРКА МІЦНОСТІ БАЛОК У ВИПАДКУ ПОПЕРЕЧНОГО УДАРУ»

Для приведеної металевої балки (рис.3.1), на яку з висоти h падає вантаж вагою G (табл.3.1) потрібно:

а) побудувати епюру згинних моментів та обчислити максимальні значення нормальних напружень в небезпечних перерізах, від навантаження прикладеного статично;

б) обчислити вертикальні переміщення балки від статичного прикладання вантажу в точці його падіння та найбільше значення вертикального переміщення;

в) обчислити найбільші значення нормальних напружень та максимального прогину при динамічній дії вантажу не враховуючи власну вагу балки;

г) провести перевірку сталеві балки на міцність у випадку розрахункового опору її матеріалу $R = 210\text{МПа}$;

д) якщо умова міцності не виконується необхідно збільшити поперечний переріз балки, при цьому врахувавши, що коефіцієнт динамічності змінюється;

е) обчислити найбільші значення нормальних напружень та вертикальних переміщень від динамічної дії вантажу при врахуванні власної ваги балки.

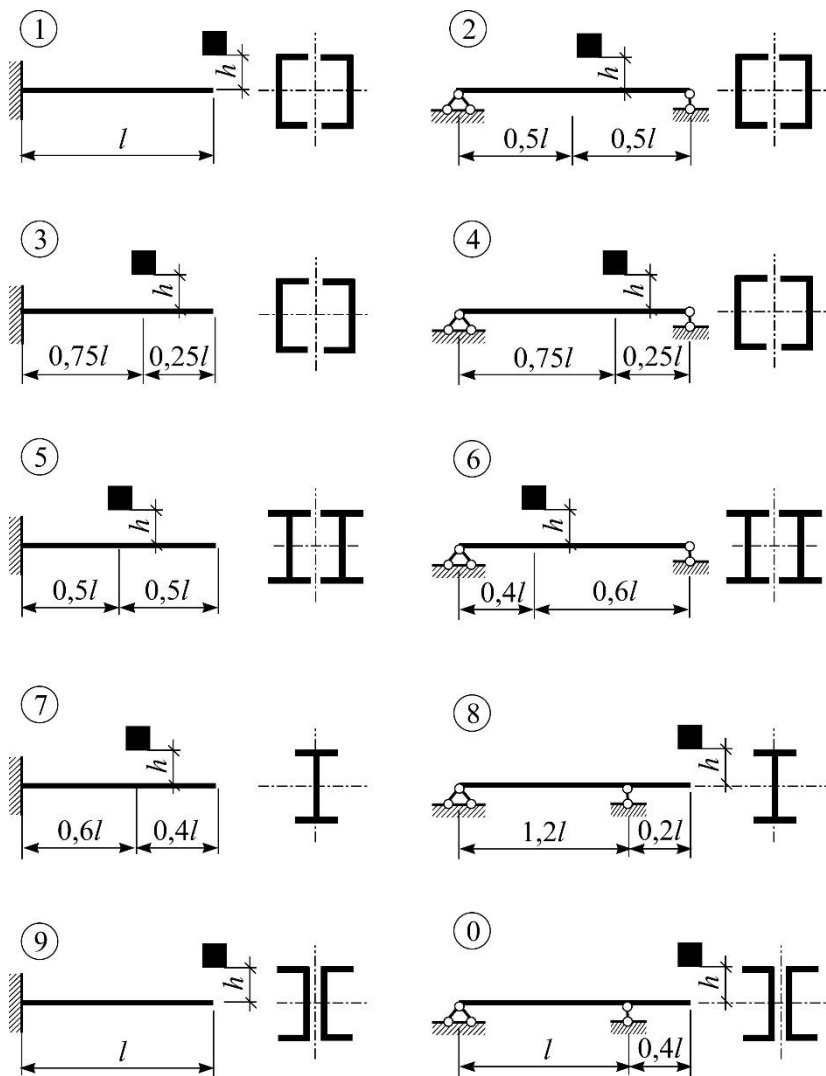


Рис. 3.1. Схеми балок до розв'язку задачі №3

Таблиця 3.1

Дані до розв'язку задачі №3

№ рядка	№ розрахункової схеми	Двотавр	Швелер	G , кН	l , м	h , см
		№ за ГОСТ				
1	1	24	14	4,0	1,0	4,0
2	2	27	16	4,5	1,5	4,5
3	3	30	18	5,0	2,0	5,0
4	4	33	20	5,5	2,5	5,5
5	5	36	22	6,0	3,0	6,0
6	6	40	24	6,5	3,5	6,5
7	7	45	27	7,0	4,0	7,0
8	8	50	30	7,5	4,5	7,5
9	9	55	33	8,0	5,0	8,0
0	0	60	36	8,5	5,5	8,5
	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

Задача № 4

«ПЕРЕВІРКА МІЦНОСТІ БАЛОК ПРИ ДІЇ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ»

Двигун власна вага якого Q , який працює з частотою n обертів за хвилину розміщено на балці (рис. 4.1). Неврівноваженість окремих рухомих мас двигуна викликає появу відцентрової сили інерції H . Обчислити необхідні розміри заданого поперечного перерізу сталеві балки (рис. 4.2). Встановити найбільші нормальні напруження при динамічній дії навантаження. Власна вага балки не враховується. Матеріал балки – сталь із розрахунковим опором $R = 210\text{МПа}$.

Таблиця 4.1

Дані до розв'язку задачі №4

№ рядка	№ схеми (рис.4.1)	Тип перерізу (рис.4.2)	l , м	a/l	a_1/l	Q , кН	H/Q	n , об/хв
1	1	1	1,1	0,20	0,50	30	0,10	100
2	2	2	1,2	0,30	0,45	28	0,15	150
3	3	3	1,3	0,40	0,40	26	0,20	200
4	1	4	1,4	0,50	0,35	24	0,25	250
5	2	1	1,5	0,45	0,30	22	0,30	300
6	3	2	1,6	0,35	0,25	20	0,35	350
7	1	3	1,7	0,25	0,20	21	0,40	400
8	2	4	1,8	0,15	0,15	23	0,45	450
9	3	1	1,9	0,20	0,10	25	0,50	500
0	1	2	2,0	0,30	0	27	0,55	550
	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>б</i>

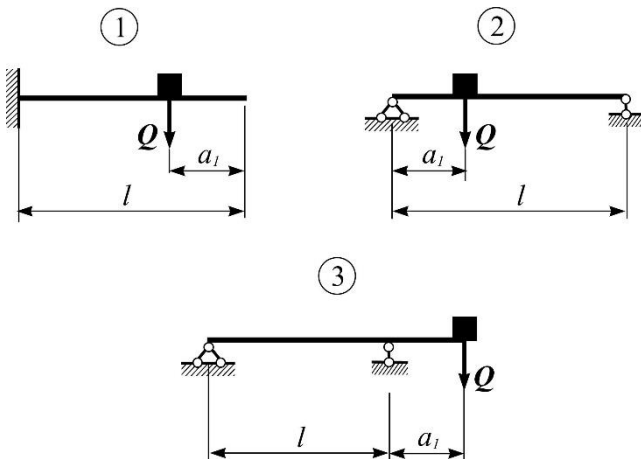


Рис. 4.1. Розрахункові схеми балочних конструкцій до задачі №4

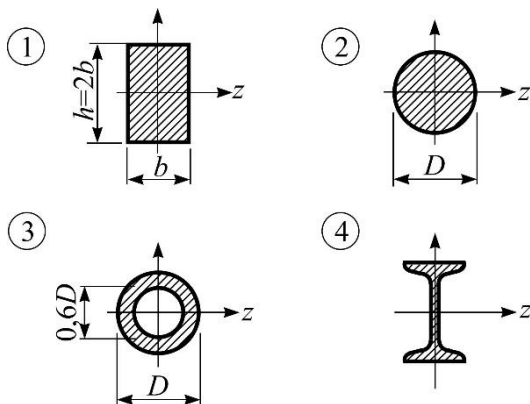


Рис. 4.2. Поперечні перерізи балок

ЛІТЕРАТУРА

1. Трач В. М., Подворний А. В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності : підручник. Київ : Каравела, 2016. 434 с.
2. Мартиненко А. О., Подворний А. В. Опір матеріалів (спеціальний курс). Частина I. :навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 334 с.
3. Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності: У 2 ч., 1,2 кн. / За ред. В.Г.Піскунова. К. : Вища школа, 1994. 204 с.
4. Мошинський С.І. Опір матеріалів. Рівне, 2002. 156 с.
5. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С. та ін. К. : Вища школа, 2004.
6. Мартиненко А. О. Основи теорії пружності (Короткий курс). Рівне : НУВГП, 2007. 131 с.